

### *Библиографический список*

1. Колобов Г.А., Бредихин В.Н., Чернобаев В.М. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов. М.: Металлургия, 1993. 288 с.
2. Коняев А.Ю., Назаров С.Л., Удинцев В.Н. Влияние первичного краевого эффекта на характеристики электродинамического сепаратора с бегущим магнитным полем // Вестник УГТУ. Вопросы совершенствования электротехнического оборудования и электротехнологий. Екатеринбург: УГТУ, 2000. С. 28-33.

## **ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ СЕПАРАТОРЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕЛКОЙ ФРАКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ИЗ СЫПУЧИХ СМЕСЕЙ**

*Бунькова Е.А., Станкевич В.С., Лыткин В.В., Мызгина Е.М., Коняев И.А.*  
*УрФУ*

*kem\_em@mail.ustu.ru, megavoltik@mail.ru*

Развитие вторичной металлургии, а также все возрастающие потребности в переработке твердых металлосодержащих отходов обуславливают востребованность технологий и оборудования для сбора и обработки вторичных цветных металлов. Одной из таких технологий является электродинамическая сепарация – метод разделения немагнитных материалов по электропроводности, использующий силовое взаимодействие магнитного поля индуктора с вихревыми токами, наведенными этим полем в проводящих предметах или частицах.

С помощью электродинамической сепарации могут решаться следующие технологические задачи: извлечение лома цветных металлов из твердых бытовых или смешанных отходов; отделение металлической фракции от неметаллической в сложных отходах металлов (отходы электро- и радиотехнической промышленности, электролампового производства, автомобильный лом и т.п.); очистка сыпучих материалов от металлических включений (например, очистка отработанных формовочных смесей от скрапа в литейном производстве); сортировка сложного цветного металлолома при подготовке его к металлургическому переделу: разделение лома по крупности, удельному весу, электропроводности (например: отделение кускового лома от стружки; разделение сплавов, отличающихся только легирующими добавками) и др. В большинстве случаев электродинамическая сепарация позволяет заменить ручной труд, а в ряде технологий не имеет альтернативы.

Как показывает опыт, для решения указанных задач целесообразны электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем, в которых извлекаемые металлические предметы играют роль вторичного элемента (ВЭ) индукционной электрической машины.

В Уральском федеральном университете на электротехническом факультете ведутся разработки электродинамических сепараторов с различным способом возбуждения бегущего магнитного поля. С учетом тенденций энерго- и ресурсосбережения, изготавливать электродинамические сепараторы целесообразнее на основе элементов серийных электрических машин, что позволяет сни-

зять стоимость изготовления установки и сделать её более конкурентоспособной.

В исследовательской лаборатории кафедры ЭМ были реализованы некоторые возможные конструкции электродинамических сепараторов. На экспериментальных моделях проводились исследования, направленные на уточнение и выявление основных закономерностей и особенностей характеристик сепараторов.

В ходе проведенных исследований была выявлена нелинейность и экстремальность характеристик электромагнитного усилия в зависимости от частоты бегущего магнитного поля. В данной работе представлены результаты исследований, которые проводились в нескольких вариантах: извлекаемые частицы из одинакового материала, но различной крупности и частицы одинакового размера, но с различной электропроводностью (рис. 1 и 2).

Как видно из характеристик, для извлечения более мелких частиц или частиц с малой электропроводностью требуется значительное повышение частоты бегущего магнитного поля.

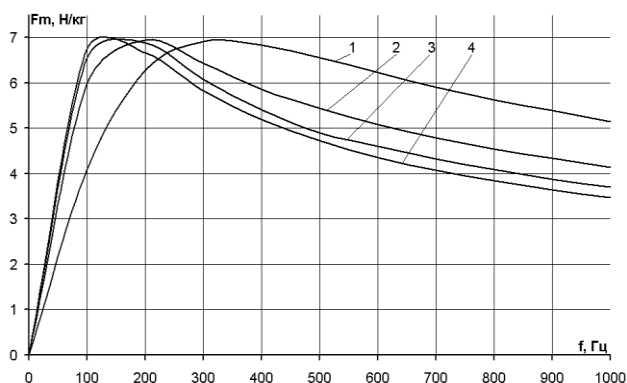


Рис. 1. Зависимость  $F_m=f(f)$  для сепаратора на базе ротора двигателя АК61-4: цифрами 1-4 показаны размеры пластин: 30·30 мм; 50·50 мм; 70·70 мм; 90·90 мм, соответственно

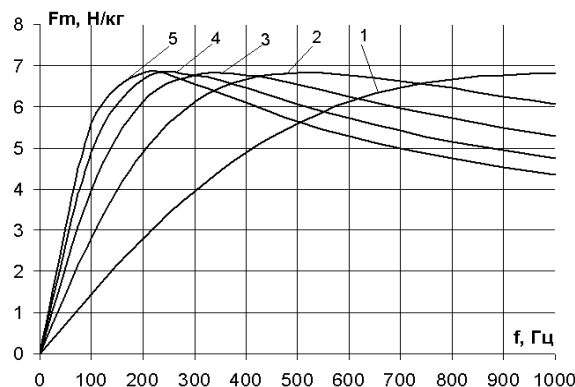


Рис. 2. Расчет усилий при различных проводимостях медьсодержащих сплавов для пластин 50·50·5 мм (ротор АК61-4): плотность - 8,9 кг/м<sup>3</sup>; электропроводность - 10; 20; 30; 40; 50 МСм·м (1-5, соответственно)

Максимальное значение частоты магнитного поля, которого удалось достичь при питании обмоток неподвижного индуктора от преобразователя частоты, составляет 150-200 Гц. Дальнейшее увеличение частоты ведет к значительному увеличению потерь в стали магнитопровода и удорожанию установки.

В установках на основе вращающихся цилиндрических индукторов увеличение частоты ограничивается механической прочностью индукторов. В опытных образцах таких установок частоту магнитного поля удавалось повысить до 500-800 Гц.

Как показали дальнейшие исследования, на описанных установках успешно сепарируются смеси с крупностью частиц более 10 мм. Мировая практика показывает, что частицы менее 1 мм успешно обрабатываются электростати-

ческими сепараторами. Таким образом, неохваченным пределом оказывается промежуток крупности частиц 1...10 мм.

Неохваченный диапазон относится к мелкой стружке, электронному лому и т. п., которые безвозвратно теряются при обработке более крупных смесей. Поставленную задачу извлечения частиц крупностью 1...10 мм можно решить при помощи электродинамических сепараторов индукторного типа, в которых бегущая составляющая магнитного поля получается за счет вращения зубчатого ротора под индуктором. В данном случае зубчатый ротор не имеет обмоток, и механическая прочность всей конструкции определяется только прочностью самого ротора.

Возможные варианты конструктивного исполнения таких сепараторов показаны на рис. 3. Представленные модели были изготовлены из необмотанного ротора машины постоянного тока и дисковой линейной асинхронной машины.

Установка на основе дискового линейного асинхронного двигателя представляет собой установленный под лентой конвейера вращающийся зубчатый диск. Над конвейером установлен П-образный индуктор, который создает основное магнитное поле. В рабочей зоне индуктора за счет модуляции воздушного зазора создается бегущее магнитное поле, наводящее в проводящем ВЭ вихревые токи, взаимодействие которых с этим же магнитным полем приводит к перемещению ВЭ перпендикулярно движению конвейера.

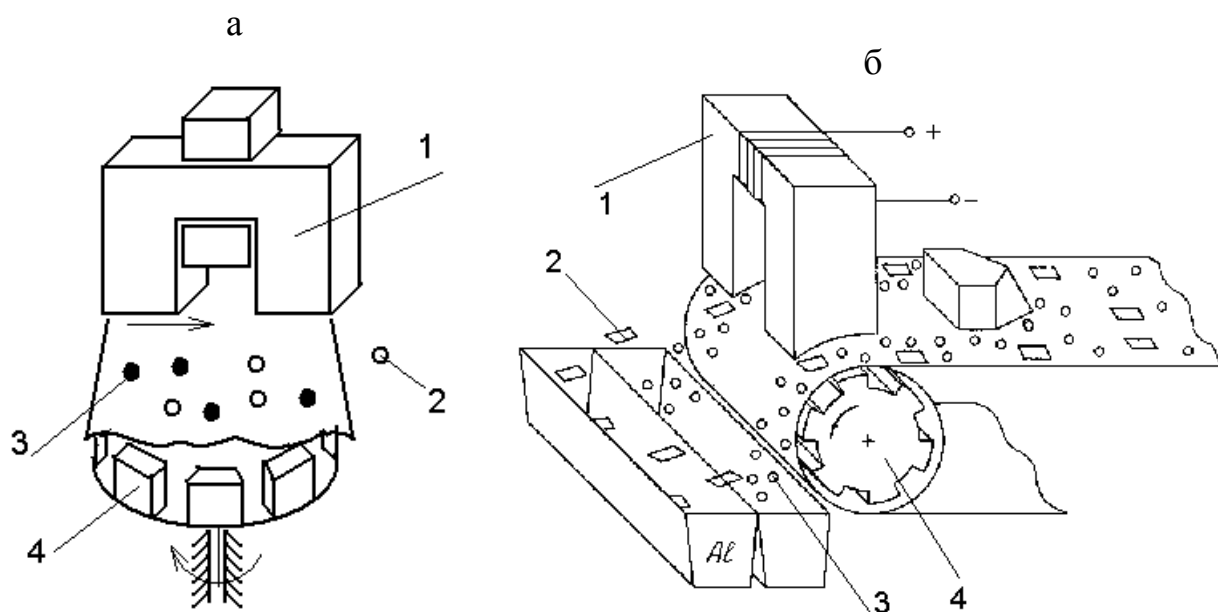


Рис. 3. Силовая часть экспериментальной установки по электродинамической сепарации:  
1 – зубчатый ротор; 2 – сердечник индуктора; 3 – обмотка индуктора;  
4 – приводной двигатель

Установка на основе необмотанного ротора машины постоянного тока представляет собой встроенный в шкив конвейера вращающийся ротор. Над конвейером установлен П-образный индуктор, который создает основное магнитное поле. При взаимодействии токов, наведенных во ВЭ, с магнитным по-

лем проводящие частицы получают ускорение и по баллистической траектории попадают в соответствующий приемник.

## ОБЕСФТОРИВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «ГАЛОГЕН» г. ПЕРМЬ

Валенцева Т.А., Аксенов В.И.

УрФУ

E-mail: tatiana\_vta@mail.ru

Вода - один из важнейших ресурсов. Стоит острая проблема ее рационального использования, а также качества, которое с каждым годом ухудшается. Известно, что большое количество воды потребляют различные заводы на нужды производства, а затем сбрасывают стоки в водоем без предварительной или после недостаточной очистки.

На одном из крупнейших химических предприятий на территории России ОАО «ГАЛОГЕН» образуется от 20 до 100 м<sup>3</sup>/ч стоков с содержанием фторид-иона до 200 мг/дм<sup>3</sup>. Они обрабатываются известковым молоком до pH ≈ 9 и направляются в накопитель. Содержание фторид-иона снижается до 20 мг/дм<sup>3</sup>. После накопителя стоки сбрасываются в реку Каму.

По существующим нормам, при сливе в водоемы питьевого назначения концентрация фтора в воде не должна превышать 1,5 мг/л.

Существующая схема обработки стоков представлена на рис.1.

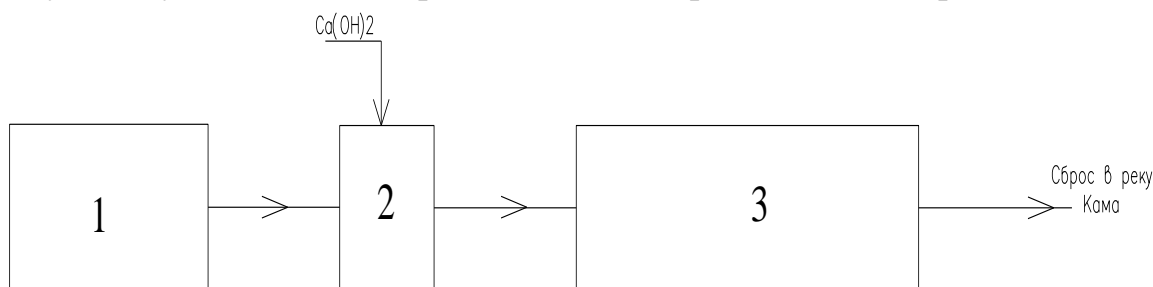


Рис. 1. Существующая технологическая схема:  
1 - производство; 2 - смеситель; 3 - накопитель

На основании проведенных исследований нами разработана принципиальная технологическая схема очистки от фторид-иона сточных вод на предприятии ОАО «ГАЛОГЕН». Она заключается в следующем: после накопителя сток направляем в смеситель, где он обрабатывается коагулянтом сульфатом алюминия ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) и подщелачивается известковым молоком ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) до pH=8,5...9. Происходит сорбция фторид-иона хлопьями  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , тем самым снижается его содержание. Затем смесь направляется в отстойник. В трубопровод перед отстойником добавляем флокулянт для структурирования осадка. В сооружении происходит осветление воды. Очищенная от фторид-иона вода направляется обратно в производство. Осадок, образовавшийся в отстойнике, обрабатываем в сгустителе и в узле механического обезвоживания. Полученный фильтрат отправляем в производство, а обезвоженный осадок на утилизацию (рис. 2).